



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Bordeaux
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

CONTRÔLE INDUSTRIEL et RÉGULATION AUTOMATIQUE***U41 – Instrumentation et régulation*****CORRIGÉ****INSTRUMENTATION (8 POINTS)****1. MESURE DE DÉBIT DE LAIT DE CHAUX (4 POINTS)**

1.1 Mesure du débit d'un liquide avec une bonne conductivité et pas de perte de charge.

1.2 $Q = 2 \text{ m}^3/\text{h} = 2\,000 \text{ m}^3/\text{h} = 33.33 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

1.3 $v < 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pour du lait de chaux, donc $v_{\text{max}} = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1.4 DN 25 mm

1.5 $d = 0.025 \text{ m}$ $S = 4.9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $Q = 5.55 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ $v = Q/S = \text{environ } 1.13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1.6 $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \rightarrow \text{Incertitude} = 0.5\% \text{ de la mesure} = 0.5/100 \cdot 2 = 0.01 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

1.7 $I = 12 \text{ mA}$ $U = 29.88 \text{ mV}$

2. MESURE DE PH (4 POINTS)

2.1 Le modèle 5337 car il comporte une compensation de température et la température influence la valeur du pH (voir loi de Nernst) donc il faudrait la corriger dans la mesure du pH.

2.2 Ce n'est pas linéaire car la sortie de la sonde varie de façon logarithmique par rapport à la concentration en ion H_3O^+ .

2.3 Les sensibilités :
 courbe a : $s = (20 - 4)/(14 - 0) = 1.14 \text{ mA/pH}$
 pour la courbe b : $s = 2.66 \text{ mA/pH}$

2.4 Courbe b meilleure sensibilité, donc meilleur choix.

2.5 Sortie de l'appareil = 11.7 mA

RÉGULATION (12 POINTS)**3. RÉGULATION DE DÉBIT DE LAIT DE CHAUX (1,5 POINT)**

3.1 Voir l'annexe 2.

3.2 Si Y augmente \rightarrow M augmente \rightarrow procédé direct \rightarrow FIC en INVERSE.

3.3 PID2 : $Xp\% = 50$; $T_i = 40 \text{ s}$; $T_d = 0 \text{ s}$ sans action D car le temps mort $T = 0$.

4. RÉGULATION DE PH (2,5 POINTS)

CAE4IR

- 4.1 Cascade sur grandeur réglante car l'actionneur et le système sont non linéaires : on "étouffe" la non linéarité dans la boucle esclave (interne) de débit. Schéma TI voir annexe 3.
- 4.2 Si Y_r maître augmente \rightarrow consigne de débit lait de chaux augmente \rightarrow mesure de débit de lait augmente \rightarrow pH augmente \rightarrow procédé direct \rightarrow AIC en INVERSE.
- 4.3 FIC : CAS (ou Remote ou consigne externe) AIC : MAN
- 4.4 Coefficient de réglabilité = $T/\tau = 0.87 \rightarrow$ régulation spécifique
- 4.5 Voir annexe 4.

5. RÉGULATION AVEC COMPENSATION DE TEMPS MORT (4 POINTS)

5.1 $H'(p) = Mc(p)/Yr(p) = H(p) + G(p)$.

5.2 $G(p) = \frac{K \cdot (1 - e^{-T_p p})}{1 + \tau \cdot p}$

5.3 $G(p) = \frac{1.66 \cdot (1 - e^{-4.1 p})}{1 + 4.7 \cdot p}$ t en min.

5.4 $C(p) = A \cdot (1 + \frac{1}{T_i \cdot p})$

5.5 $A = 0.6$ $T_i = 4.7 \text{ min.}$

6. RÉGULATION EN TEMPS DISCRET (4 POINTS)

6.1

$$C(p) = A \cdot (1 + \frac{1}{T_i \cdot p})$$

$$C_b(z) = (1 - z^{-1}) \cdot Z\left[\frac{C(p)}{p}\right]$$

$$C_b(z) = (1 - z^{-1}) \cdot Z\left[\frac{A}{p}\right] + (1 - z^{-1}) \cdot Z\left[\frac{A}{T_i \cdot p^2}\right]$$

Avec les tables

$$C_b(z) = A + A \cdot \frac{T_e}{T_i} \cdot \frac{z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

Donc $a = A$ et $b = \left(1 - \frac{T_e}{T_i}\right)$

6.2

$$C_b(z) = A \cdot \left(1 + \frac{T_e}{T_i} \cdot \frac{z^{-1}}{1 - z^{-1}}\right)$$

$$C_b(z) = A \cdot \left[\frac{1 - \left(1 - \frac{T_e}{T_i}\right) \cdot z^{-1}}{1 - z^{-1}}\right] \text{ on pose } b = \left(1 - \frac{T_e}{T_i}\right), T_e = 5s \text{ et } T_i = 4.7 \cdot 60s$$

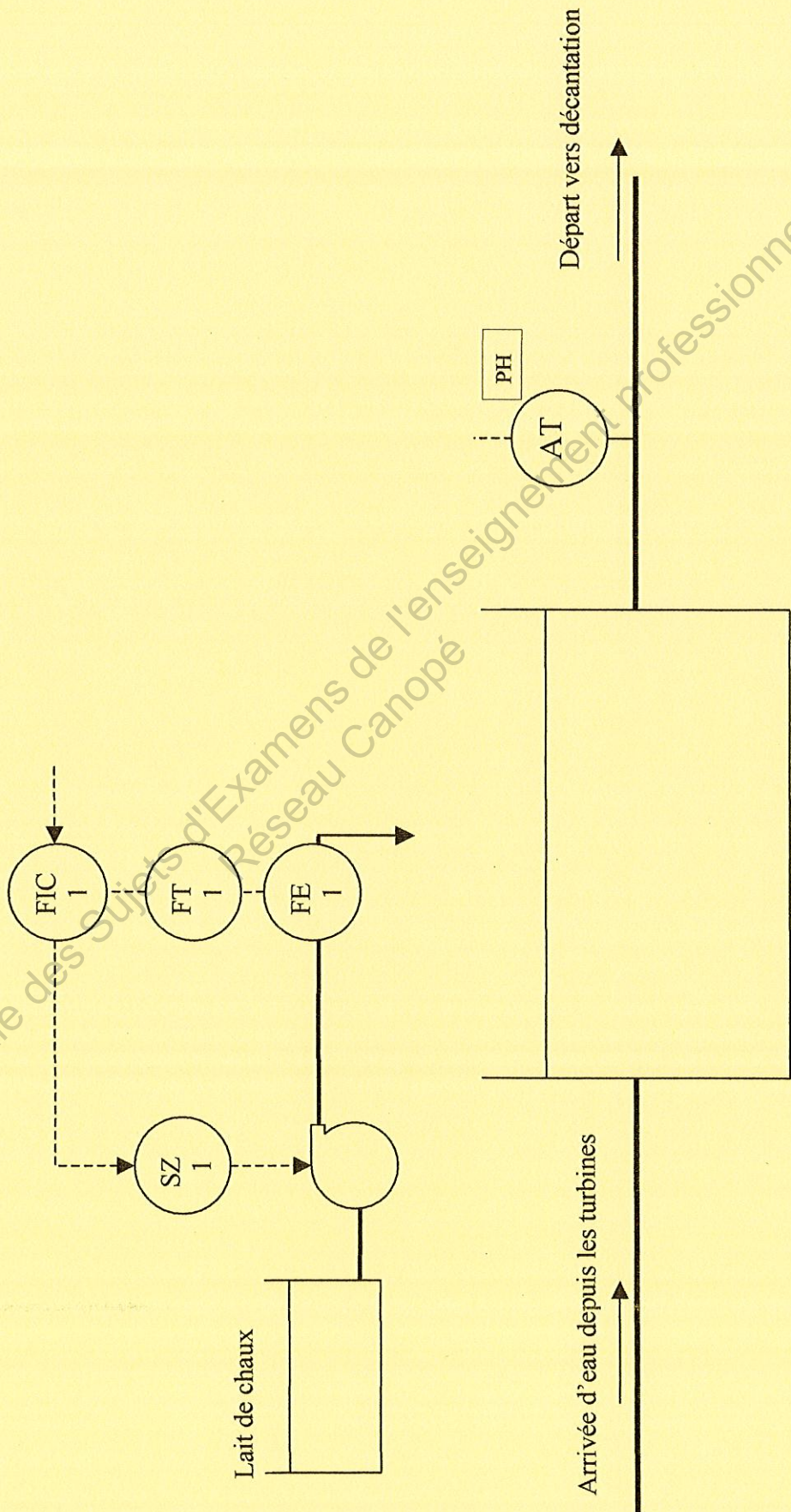
$$C_b(z) = A \cdot \left[\frac{1 - b \cdot z^{-1}}{1 - z^{-1}}\right] \quad C_b(z) = \frac{Y(z)}{\varepsilon(z)}$$

$$y(n) = A \cdot [\varepsilon(n) - b \cdot \varepsilon(n - 1)] + y(n - 1)$$

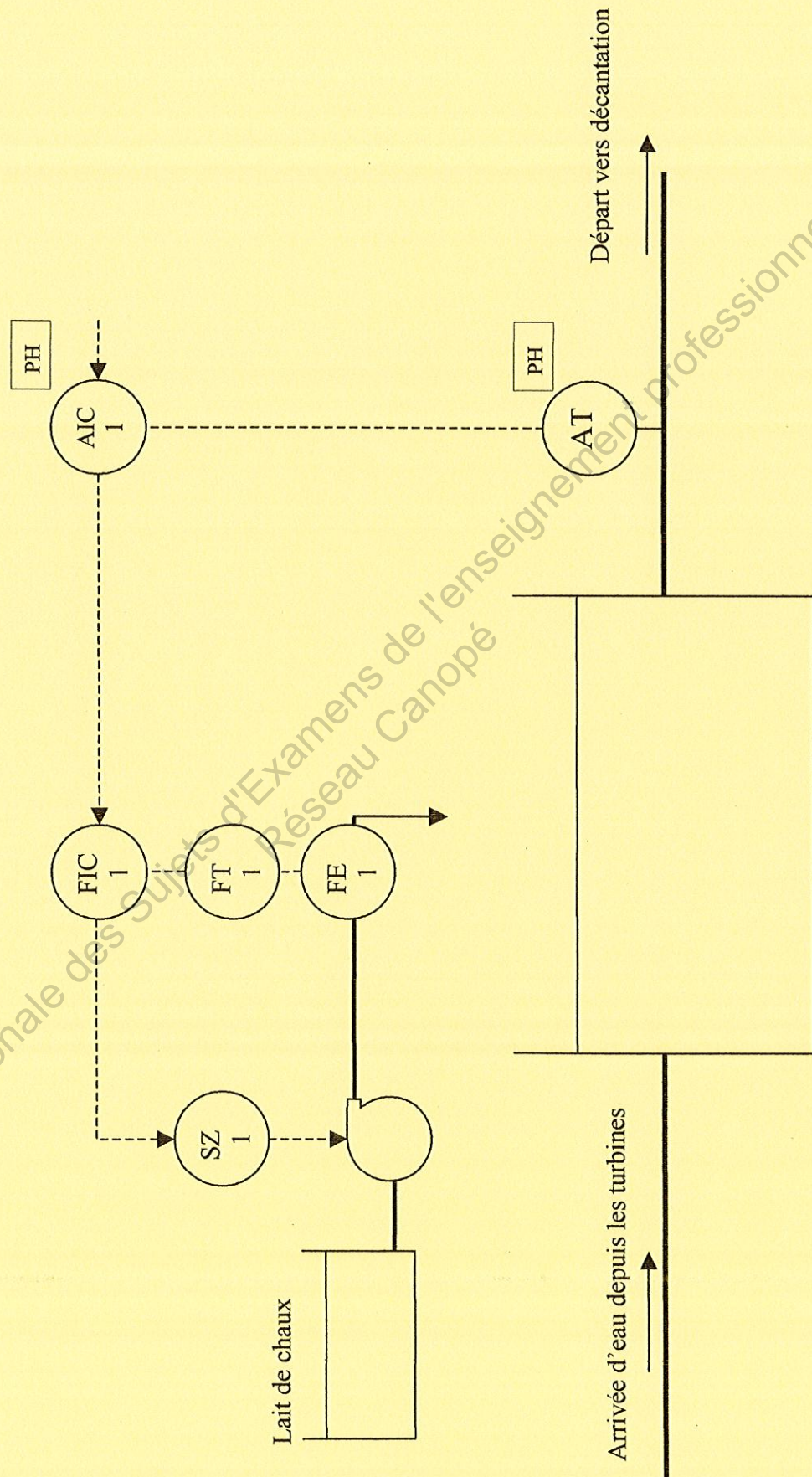
6.3

$$y(n) = 0.66 \cdot \varepsilon(n) - 0.66 \cdot 0.98227 \cdot \varepsilon(n - 1) + y(n - 1)$$

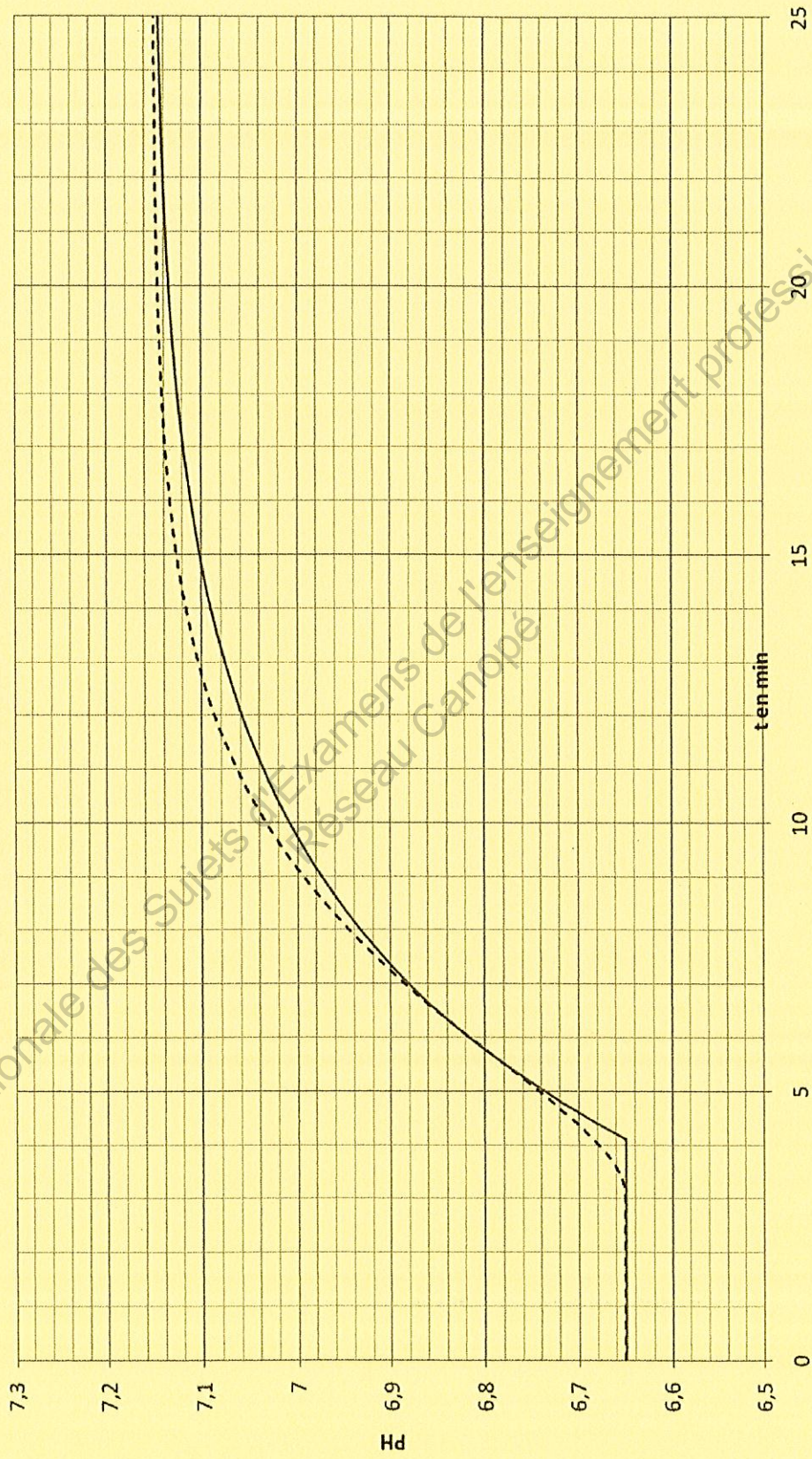
ANNEXE 2 : schéma TI de la régulation de débit



ANNEXE 3 : schéma TI de la régulation de PH



ANNEXE 4 : Réponse indicielle modèle de Broïda



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé